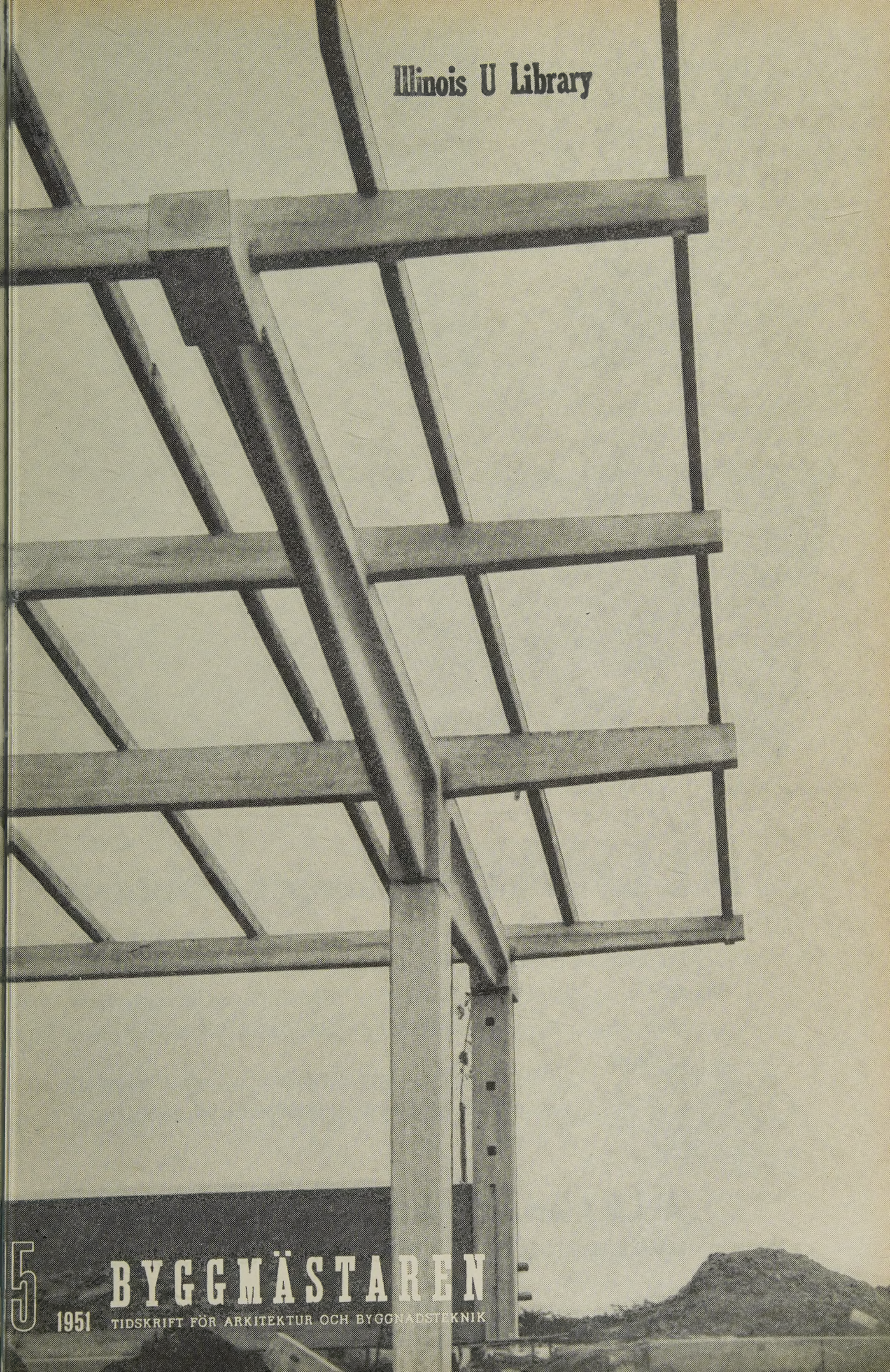


Illinois U Library



5

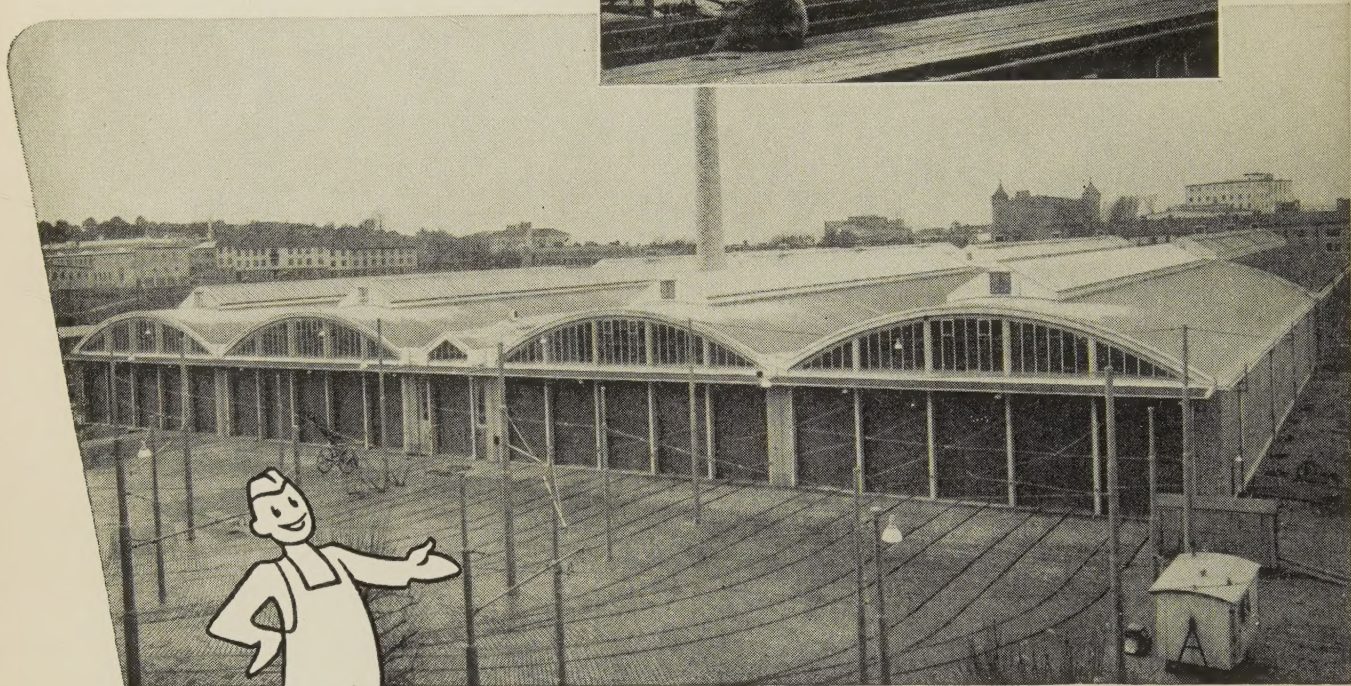
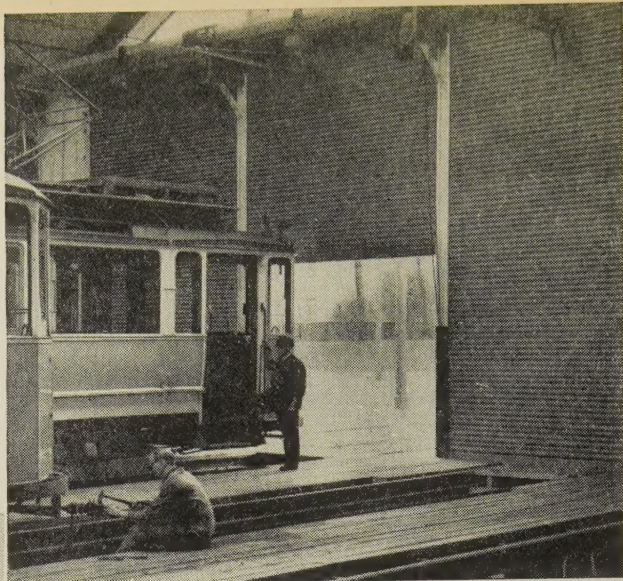
BYGGMÄSTAREN

1951

TIDSKRIFT FÖR ARKITEKTUR OCH BYGGNADSTEKNIK

En ny leverans till Göteborgs Spårvägar

År 1945 leverade vi 17 st el-drivna pansarjalusier till ett av bussgaragen.
År 1950 levererade vi 41 st el-drivna pansarjalusier till den nya vagnhal-
len i Kungsladugård.



ALLHABO

PORTSPECIALISTEN

ALLHABO *pansarjalusier*

är flamskyddande och inbrottssäkra, lätta att manövrera och utmärker sig för stor driftsäkerhet. De tillverkas av ställameller, vars profil genom sin kupiga form erbjuder största möjliga motstånd mot intryckning. Med eller utan gångdörr.



Vi tillverkar även andra typer av industriportar såsom rullgaller, slagportar, skjutportar, vikportar, fällportar, balansportar m.m.

ALLMÄNNA HANDELSAKTIEBOLAGET

BRUNKEBERGSTORG 15 - STOCKHOLM - TEL. VÄXEL 23 21 50

BYGGMÄSTAREN

TIDSKRIFT FÖR ARKITEKTUR OCH BYGGNADSTEKNIK

ÅRGÅNGEN

5

1 MARS 1951

Organ för Stockholms Byggnadsförening, Svenska Arkitektföreningen, avd. av Svenska Teknologföreningen. Kungsgatan 32, Stockholm. Tel. 23 31 05.

Postgiro 3124.

Redaktörer: Civilingenjör svr Gunnar Essunger och arkitekt SAR Tore Virke · Redaktionssekreterare: Arkitekt SAR Hillevi Svedberg · Redaktionskommitté: Arkitekt SAR Hakon Ahlberg, civilingenjör svr Harry Bernhard, arkitekt SAR Holger Blom, ingenjör Eric Forss, civilingenjör svr Gösta Lundin, arkitekt SAR Göran Sidenbladh · Redaktionsombud: Dir. Victor Bährner, Malmö, länsarkitekt Ebbe Borg, Malmö, arkitekt SAR Gunnar Hoving, Göteborg, arkitekt SAR Owe Svärd, Göteborg · Ansvarig utgivare: Arkitekt SAR Moje Bergström · Byggmästaren utkommer med 26 häften om året · I tidskriften gjorda uttalanden stå för författarnas räkning och äro endast om så anges att anse som uttryck för ståndpunktstagande av någon av de föreningar, som utge tidskriften.

enummerationspriser för helår	Sverige	Danmark Finland Norge	Övriga utlandet
Endast lösnummer	20: —	22: —	26: —
Lösnummer + bundet ex. i klotband	33: —	36: 50	43: —
Lösnummer + bundet ex. i halvfr. band	40: —	43: —	50: —

INNEHÅLL

DK 693.57

ØNSTED, JOHAN M.: *Kabelbetong*. Byggmästaren 30 (1951) nr 5 sid. 75—76.

Kabelbetong gjutes betongen först och kablar spännes mot konstruktionens ändar efter ordnandet. Kablarna dras i genomgående ursparningar eller i ingjutna plåtrör. Förankringarna i ändarna utföres medelst patentskyddade kilanordningar av Freyssinets eller Bagnels typ.

Uppsatsen exemplifieras med utförda byggnadsverk i olika länder, huvudsakligen broar samt fabriksanläggningar med bjälklags- och takkonstruktioner av kabelbetong.

DK 693.57

JUGGREN, ULF: *Strängbetong*. Byggmästaren 30 (1951) nr 5 sid. 77—83.

Strängbetong tillverkas sedan ca tio år vid Strängbetongfabriken i Stockholm och användes nu i olika slag av byggnadsverk.

Uppsatsen, som bygger på ett föredrag i Sthlms Byggnadsförening, redogöres för en del av strängbetongens användningsområden — elektriska ledningsstolpar, tak- och bjälklagskonstruktioner m. m.

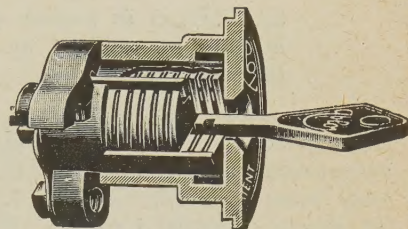
Kaltak av förspänd betong. Byggmästaren 30 (1951) nr 5 sid. 84.

fr. Schweizerische Bauzeitung 29. 4. 1950.

Abloy



Världspatenterat
cylinderlås



- I särklass då det gäller nyckelvariationer och kombinationsmöjligheter
- I toppklass då det gäller hållbarhet och säkerhet
- Specialitet: Serie- och huvudnyckelsystem

Rådgör med vår expertis!

AKTIEBOLAGET LACTA SEPARATOR

Avdelning Abloylås

Sveavägen 98 Tel. 30 43 50, 31 68 15, 33 93 92
Stockholm

NYUTKOMNA

Rapport Nr 21

Statens Kommitté för Byggnadsforskning:

PRODUKTIONSTEKNISK FORSKNING I NORDEN

Föredrag vid Nordiskt Byggnadsforskningsmöte II i Stockholm 1950.

Redigerad av Chr. Bring o. K. Stensland Junker

Pris Kronor 3: —

Rapport Nr 22

GOLVLITTERATUR

Hänvisningar med korta referat
av Boris Blomgren

Pris Kronor 3: —

Rekvireras i bokhandeln eller direkt från

BYGGMÄSTAREN

FÖRLAGSAVDELNINGEN

KUNGSGATAN 32, STOCKHOLM
POSTGIRO 3124

SAMEFA 3

- tamburdörrens nya ansikte

SAMEFA 3 är namnet på det eleganta brev-inkastet av radikalt ny typ, som bl. a. har följande fördelar:

- Självbalanserande utan ömtåliga fjädrar
- Velouriserad baklucka
- Alltid läsbar namnskylt
- Utåtgående framsköld i ett stycke
- Stor öppning
- Helt i mattförnicklad mässing
- Tyst gång
- Skyddar mot insyn och inbrott
- T. o. m. stor post **släppes** in ovikt
- Mindre påfrestning
- Inga underhållskostnader
- Drag- och ljuddämpande

Alla dessa fördelar samverka till att ställa SAMEFA 3 i särklass.

Begär prospekt med monteringsanvisningar!

Huvudförsäljare:

GUNNAR FREDRIKSON AB



GÖTEBORG
Lilla Torget 2
tel. 13 42 65

STOCKHOLM C
Lästmakargatan 3
tel. 23 42 45

MALMÖ
St. Kvarngat. 36
tel. 31497



BYGG BILLIGT BYGG SNABBT

Använd Eder av teknikens framsteg. Bygg fort, bygg billigt, bygg utan ställningar använd vår nya

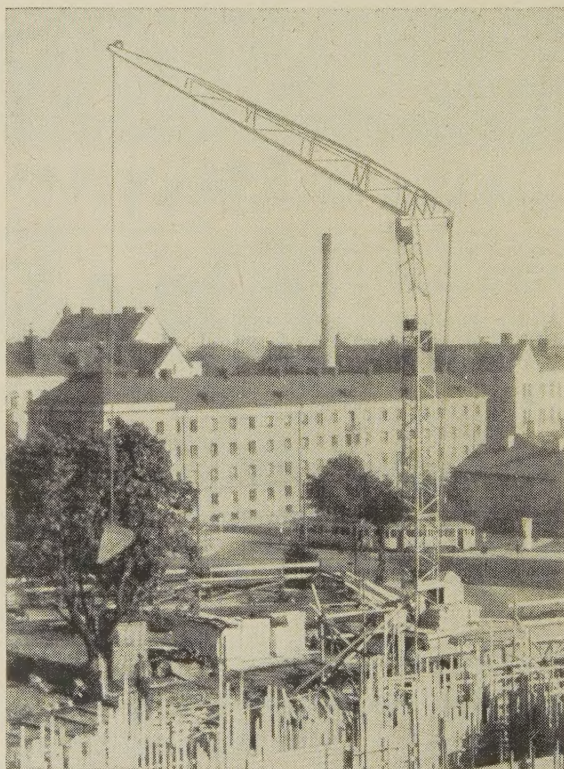
TORNSVÄNGKRAN

I ett tempo på otroligt kort tid lyfter och transporterar denna materialet såsom sten, bruk, betong, armeringsjärn, formvirke etc., direkt från byggets upplagsplats till just den plats på bygget, där Ni behöver det.

TORNSVÄNGKRANEN

går fort att montera upp och fordrar ringa demontering för transport till ny arbetsplats. TK 6 och TK 14 transporteras på gummihjul som monteras direkt på kranvagnen.

Begär offert!



TK 6

Räckvidd m.....	12	7,5	4
Lyftkapacitet kg....	500	800	1200
Lyfthöjd m.....	12	21	23
Lyfthastighet m/min.	40	14	14
Sväng hastighet		1,3	
Körhastighet		28	

TK 14

Räckvidd m.....	16	10	5
Lyftkapacitet kg....	850	1200	2000
Lyfthöjd m.....	14	26	28,5
Lyfthöjd med mellanstycke m..	16	28	30,5
Lyfthastighet m/min.	40	14	14
Sväng hastighet		1,2	
Körhastighet		26	

TK 28

Räckvidd m.....	22	16	5
Lyftkapacitet kg....	1200	1600	4000
Lyfthöjd m.....	23	35	42
Lyfthastighet m/min.	40	40	20
Sväng hastighet		1	
Körhastighet		28	
Bomomställning per/min.		från största till lägsta lyfthöjd eller omvänt	

A-B C. SALLANDER

HAMNGATAN 22 (Hästskoplatset)

STOCKHOLM

TELEFON: växel 23 56 75, lagret direkt 10 61 81

BYGGMÄSTAREN

MAGAZINE FOR ARCHITECTURE AND BUILDING TECHNIQUE

SUMMARY

Number 5 1951 Page 69 - 81

Medium of the Stockholm's Building Association.
Medium of the Society of Swedish Architects, section of the Swedish Technological Society. Medium of the National Union of Swedish Architects.
Annual subscription: For Sweden 20 Sw. kr.; Denmark and Norway 22 Sw. kr.; other countries 26 Sw. Kr.
The fee can be sent by cheque through any bank.
Address: Kungsgatan 32, Stockholm, Sweden - Telephonenumber 23 31 05

DK 693.57

MØNSTED, JOHAN M.: PRE-STRESSED POST-TENSIONED CONCRETE.

Byggmästaren 30 (1951) no. 5, p. 69 - 76.

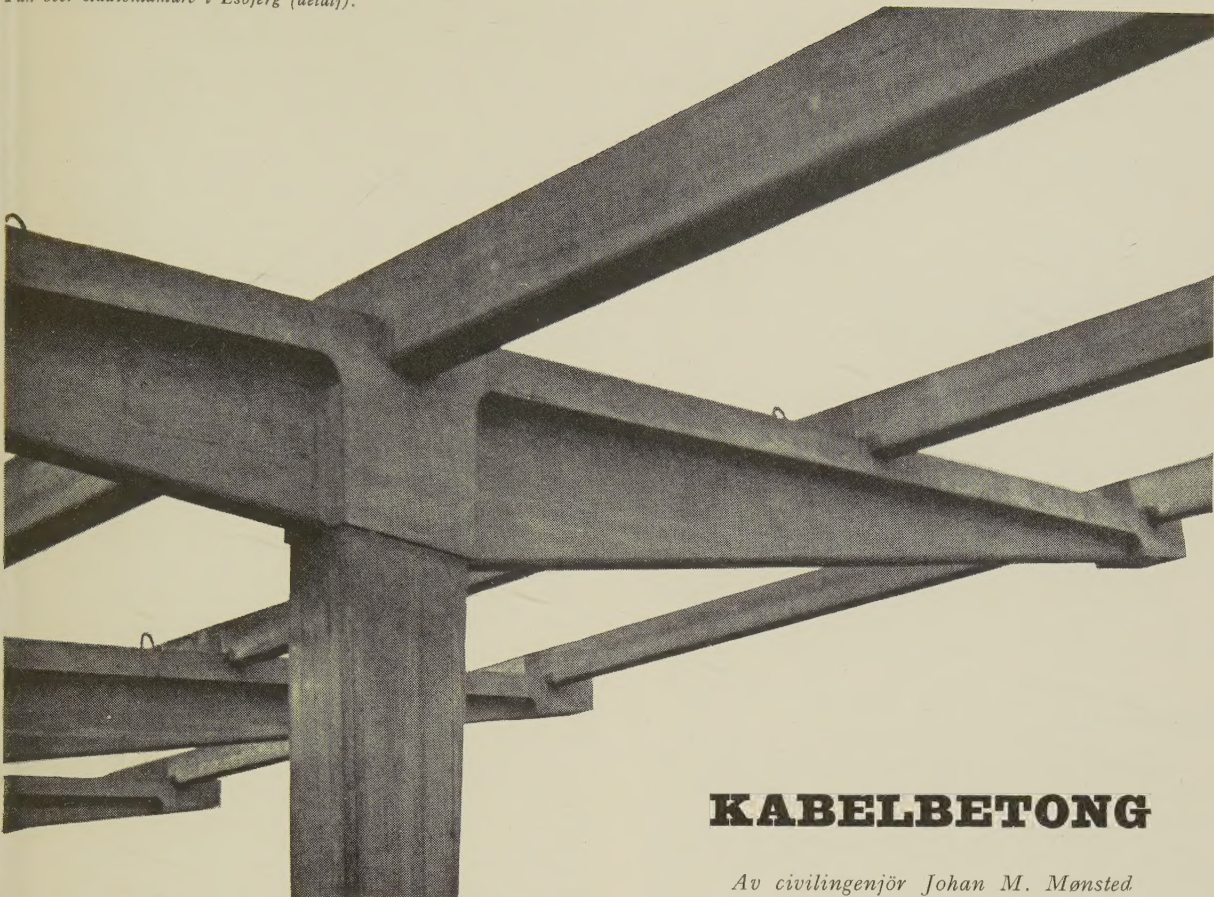
A method of reinforcing concrete by stretching steel rods in channels through the construction after the concrete has set. The system is shown in principle on fig. 1.b., p. 70. The tensioning and anchoring of the rods are shown on fig. p. 71 and 72. The following pages show buildings where the system has been used.

DK 693.57

BJUGGREN, ULF: PRE-STRESSED PRE-TENSIONED CONCRETE.

Byggmästaren 30 (1951) no. 5, p. 77 - 83.

Swedish experiences and aspects on the international development. Fig. p. 77 shows in principle the stretching of the reinforcing steel rods before the concrete is cast and the subsequent contraction on releasing them after the concrete has hardened. The pictures show the system in practice.



KABELBETONG

Av civilingenjör Johan M. Mønsted

DK 693.57

Ända sedan det romerska rikets tid har man haft kännedom om materialet betong och använt det till olika konstruktioner. I nyare tid är det emellertid först på 1800-talet, som man påträffar betong använd i större skala igen, dock endast för tryckta element. Under 1800-talets senare tredjedel uppfanns den armerade betongen, varvid utvecklingen tog fart. Inläggning av armering i dragsidan innebar, att betongen kunde användas på många håll, där det tidigare var otänkbart. Hela vår tids järnbetongpraxis och teori utvecklades snabbt, utgående från att betongen upptar alla tryckpåkänningar, under det att betongens dragsida påräknas vara sprucken och dragspänningarna här upptagna av armeringen.

Det har självklart under detta sekel gjorts många spekulationer angående sprickorna i betong. Även om man vid en väl genomtänkt konstruktion tillser, att sprickorna blir många och hårfina i stället för enstaka och grova, medför de dock ökat besvär med vattentäthet, större risk för rostangrepp på armeringen och lättare möjlighet för rökgasars frätning.

Under 1920-talet arbetade emellertid fransmannen E. Freyssinet med nya metoder att utnyttja betongens möjligheter genom att på olika sätt utsätta konstruktionerna för tryck efter byggandet. Freyssinets bok »Une révolution dans les techniques du béton», som är grunden för den moderna förspända betongens teoretiska och praktiska struktur, utkom i Paris 1936. Idén var, att högvärdigt armeringsstål på ett tidigt

skede av byggnadselementets framställning skulle spännas med stora dragkrafter, som vid armeringens ände påverkar betongen med tryckkrafter. Härvid kan dragpåkänningarna i betongen minskas eller undvikas och sprickfaran avlägsnas.

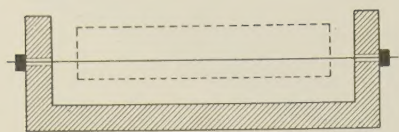
Användning av förspänning med vanligt armeringsstål har även försökts i seklets början men utan framgång.

Freyssinets idéer har sedan utvecklats i två olika riktningar:

Hoyer har speciellt ägnat sig åt utvecklingen av strängbetongen. Den har speciellt utforskats av M Roš och Ritter/Lardy. I Sverige är strängbetongen sedan ett tiotal år välkänd, sedan strängbetongfabriken under ledning av Ulf Bjuggren såväl teoretiskt som praktiskt gjort dess »prefabrikerade» element tillförlitliga och praktiskt användbara.

I Frankrike har man under ledning av Freyssinet och sedan i Belgien, där Magnel har varit den ledande, mera arbetat på »kabelbetongen». Kabelbetongen utvecklades i praktiskt avseende under och speciellt omedelbart efter andra världskriget, sedan den blivit ekonomiskt konkurrenskraftig. Den har redan vunnit insteg i Danmark och Finland och håller nu på att införas även på den svenska marknaden. Även om kabelbetongen är ny i Sverige, är den emellertid redan väl prövad i utlandet. Några tekniska bekymmer behöver man således icke hysa, om man blott utnyttjar de utomlands redan gjorda erfarenheterna.

a. Strängbeton



b. Kabelbeton



c. Beviklet betong

1. Rör

2. Beholder

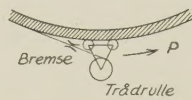
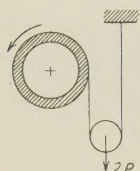


Fig 1. Schematisk framställning av olika typer förspänd betong.

Förspänning

Förspänning kan åstadkommas på många olika sätt. De tre metoder som idag har någon praktisk betydelse är

a) *Strängbetong* (fig 1 a), där de dragna trådarna före betongens gjutning uppspännes provisoriskt i en gjutbädd. Sedan betongen hårdnat, kapas de fria trådändarna, varvid spännkraften överföres som tryck till betongen genom trådarnas vidhäftning. Gjutbädd och uppspänningsanordningar förutsätter framställning i fabrik.

b) *Kabelbetong* (fig 1 b), där betongen gjutes först — antingen på själva den plats, där byggnadselementet skall kvarstå, eller på en arbetsplats strax intill — och kablar spännes mot konstruktionens ändar efter hårdnandet. Kablarna dras i genomgående ursparingar eller ingjutna plåtrör. Förankringarna i ändarna utföres medelst patentskyddade kilanordningar av Freyssinets eller Magnets typ. På den senaste tiden har även en av Bauer Leonhardt upfunnen spänningsanordning använts i Tyskland.

c) *»Omsnörd betong»* (fig 1 c), som användes för rör eller cylindriska behållare. Vid detta sätt att erhålla förspänning — speciellt utvecklat i U S A — vrides ett betongrör kring sin axel, varvid tråd under spänning rullas upp på detta; alternativt kan tråden vid stora cylindriska behållare rullas upp medelst en roterande spännvagn. Vid dessa metoder erhålles tryckpåkänningar överallt i betongen. Ett utanpå sprutat cementputsskikt tjänstgör som rostskydd och att fasthålla trådarna.

Det finns även andra metoder, vilka emellertid ännu icke har direkt praktisk betydelse. Vissa speciella metoder — t. ex. Sentabs — har kanske dock framtiden för sig.

Ovan angivna metoder kan kombineras och varieras. För speciella ändamål kan exempelvis även framhållas möjligheten av att trycka mot berg och underpalla.

Översikt över material och konstruktionsförutsättningar för kabelbetong

Kablarna utbildas av mycket högvärdigt stål, ofta av »St 150» — brottgräns 15 000 kg/cm², 0,2 %-sträckgräns 12 000 kg/cm², brottöjning 4 % — eller ännu hårdare. St 150 kan inköpas från utlandet, men de senaste åren har även vissa svenska bruk påbörjat tillverkningen. St 150 tillverkas ofta i trådar Ø 5 eller Ø 7 som samlas 8, 10 eller 12 st i kablar (Freyssinet-kablar) eller ett ännu större antal (Magnet). Vid förspänning erhåller kablarna mycket stora påkänningar — i regel över 10 000 kg/cm²; som övre gräns kan lämpligen sättas 0,9 × sträckgränsen. Med anledning av att stål har vissa plastiska tendenser, förloras emellertid något litet av denna spänning med tiden.

Den använda betongen bör vara kvalitetsbetong av klass I, och det bör föreskrivas, att betongen vibreras. Det kan ifrågasättas, om de nya svenska betongbestämmelserna egentligen medger en fullkomlig användning av betongens möjligheter. Bestämmelserna berör icke bättre betong än K 400, men i andra länder — och även vid strängbetongfabriken i Stockholm — användes betong av kvalitet svarande mot K 500 eller K 600. Betongen erhåller under inverkan av förspänningens tryck plastiska deformationer. Dessa blir minst, om betongen hunnit bli gammal, innan förspänningen verkställs, och om betongen inte är alltför cementrik. På vanligt sätt erhålles även krympningsdeformationer i betongen.

Dessa deformationer i stål och betong alstrar en spänningsförlust i stålet på 1 000—2 000 kg/cm². Det är klart, att den procentuella förlusten i den gynnsamma förspänningen är *minst* för hårt spänt stål, och detta är orsaken till, att de första försöken med förspänning av vanligt stål misslyckades — ty spänningsförlusten var av samma storleksordning som förspänningen.

Den effektiva förspänning, som är den kabelspänning konstruktionen arbetar med, är den ursprungliga mekaniska förspänningen, minskad med inverkan av krympning och plastiska deformationer, och kan således endast uträknas, om man känner de använda materialerna och använder sina kunskaper med omsorg. Den effektiva förspänningen brukar för St 150 ofta vara 8 500—9 500 kg/cm².

Det är kanske för en och annan något av en chock att erfara, att kablarna spänns till ca 90 % av sträckgränsen, och att den effektiva arbetsförspänningen ligger på ungefär 75—80 % av sträckgränsen. Vid kabelbetongkonstruktioner måste man emellertid helt lämna det traditionella betraktelsesättet — att tala om tillåtna påkänningar i stålet — och i stället tala om säkerhetsfaktorer och brottpåkänningar. Detta är helt avgörande för beräkning av kabelbetong.

I en färdig kabelbetongkonstruktion kommer spänningarna i kablarna således sällan att variera med mera än några hundra kg/cm², och det är således orimligt att fordra säkerhetsfaktorer lagda på de totala spänningarna.

Man bör i stället endast betrakta två andra belastningsfallstyper:

a) »Normal» belastning omfattande alla belastningar som förutsättes i för konstruktionen gällande

normalbestämmelser. Såsom en yttre, ständigt verkande kraft medtages även kabelkraften. Alla dessa belastningar påföres den ospruckna betongsektionen. Dimensioner och kabelkrafter anpassas så, att betongtryckpåkänningen såväl som dragpåkänningen håller sig inom rimliga gränser. För vilande laster bör dragpåkänningar ej förekomma i betongen, under det att dragspänningar på 10—20 kg/cm² bör kunna tillåtas för full last, utan att sprickrisk förefinnes — så mycket mera som av någon tillfällig överlast erhållna småsprickor på grund av kabelkraften åter sluter sig fullständigt elastiskt, när överlasten avlägsnas.

Det kan även påpekas, att de största betongtryckpåkänningarna ofta erhålles strax vid verkställandet av den mekaniska förspänningen, innan de plastiska deformationerna börjar, varför man på detta sätt får en provbelastning av betongmaterialet.

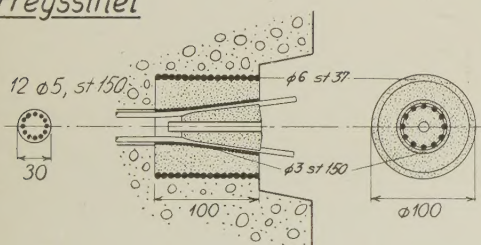
Dimensioneringen enligt a) innebär, att man undersöker spänningar och sprickrisk — men är däremot inget kriterium på konstruktionens bärförmåga — dess säkerhet mot ras. Man bör därför även undersöka brottsäkerheten.

b) Brottbelastning. Belastningarna multipliceras med lämpliga säkerhetsfaktorer. Tillsvidare kan det anses lämpligt att multiplicera alla belastningar med 2 — eller om speciellt den rörliga lasten är stor — att multiplicera vilande lasten med 1,5 och den rörliga lasten med 2,5.

Betongen spricker för denna kraftiga belastning, och sektionen räknas därför i princip som en vanlig armerad betongbalk med kablarna som dragarmering — självklart under utnyttjande av dess stora brottgräns. Då St 150 icke har någon karakteristisk sträckgräns — (0,2 %-gränsen är endast en fiktiv gräns utan någon horisontell sträcka i stålets spännings/töjningsdiagram) — användes i stället brottgräns vid brottsäkerhetsberäkningar.

För dem som önskar studera beräkningsgången mera ingående, hänvisas till 2) och 4) i litteraturanvisningarna.

Freyssinet



Magnel

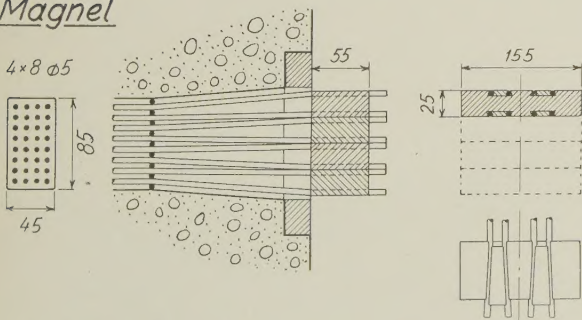


Fig 2. Förankringar för kabelbetong.

Stort intresse tilldrar sig kablarnas ändförankringar. Numera användes två olika modeller, dels enligt Freyssinet och dels enligt Magnel (fig 2). Förankringsanordningarna fastläser medelst betongkoner, resp stålklar, kabeltrådarna under den tid de hålles spända. Magnels förankringar har såvitt bekant ännu icke använts i Sverige. Olika laboratorieförsök har visat, att de numera använda förankringarna är fullt tillfredsställande.

Då dragsidan i vanlig armerad betong egentligen endast tjänstgör som ett rotskyddande hölje samt har till uppgift att överföra skjuvningen mellan armering och trycksida, under det att hela betongsektionen är homogent verksam för kabelbetong, är det klart att mycket enklare betongdimensioner kan användas i sistnämnda fall. De av de tunnare livtjocklekarna orsakade ökade skjuvspänningarna är nämligen sällan farliga, ty samtidigt verkar kraftiga normalspänningar ifrån kabelkraften, och normalkraft + skjuvkraft resulterar i en avsevärt minskad huvud-dragspänning.

Den minskade betongsektionen medför minskad egenvikt, vilket återigen betyder klenare ställningar, underbyggnad m. m.

Det har redan sagts, att högvärdigt kabelstål är en förutsättning. I gengäld är åtgången mycket mindre.

Ytterligare bör påpekas, att man exempelvis för stora spännvidder kanske vill undvika en vanlig armerad betongkonstruktion, då en sådan får betydande nedböjningar på grund av de plastiska deformationerna i betongen, orsakade av de ständigt verkande lasterna. Väljes utförande i kabelbetong är det emellertid möjligt att utplacera kablarna i betongen så, att man för ständig last endast erhåller ungefär jämnt fördelade tryckspänningar, varvid plastiska nedböjningar undviks.

Förspänningens praktiska utförande

Vid kabelbetong gjutes, som redan omtalats, betongen först. Betongen förses med genomgående hål för kabelgenomdragnings. Det säkraste är att ingjuta tunna plåtrör. För Freyssinetkablarna finnes för närvarande ganska tunna plåtrör i handeln. Det är också möjligt att erhålla ursparingar medelst gummikablar¹ eller rör, som utdrages någon timme efter gjutningen. Denna sista metod bör dock helst användas för raka kablar. För krökta kablar bör det beaktas, att man erhåller större friktion vid förspänningen, om kablarna glider mot betong, än fallet är om plåtrör användes.

Sedan betongen hårdnat, spännes kablarna medelst domkrafter. Freyssinetdomkraften (fig 3) är tillpassad till förankringarna (fig 2), så att domkrafternas ihåliga fot utövar ett tryck om ca 25 ton enbart mot den yttre armerade förankringskonen, under det att kablarna spänns med samma kraft. Kablarna är fastkilade på domkraftens yttercylinder. Sedan man kontrollerat, att kabeln har rätt spänning, kan man, under den tid domkraften ännu håller kabeln i spänt läge, låta domkraftens inre kolv skjuta den inre betongförankringskonen in på sin plats i yttre konen, varvid kabelns spänning är fixerad. Domkrafterna

¹ Jfr. Byggmästaren nr 9 1950, notisavdelningen sid. 38.

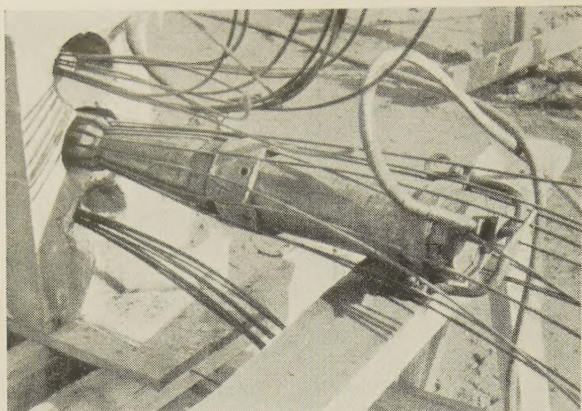


Fig 3. Freyssinetdomkraft.

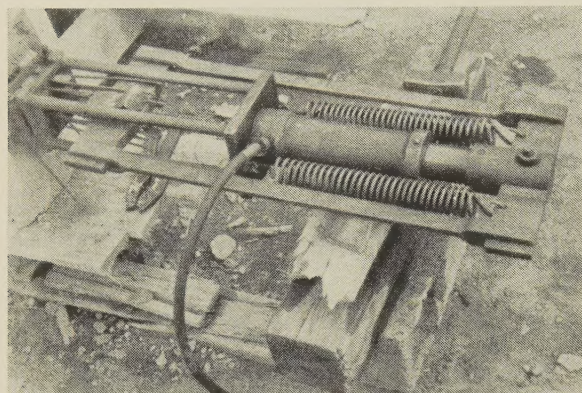


Fig 4. Magneldomkraft.

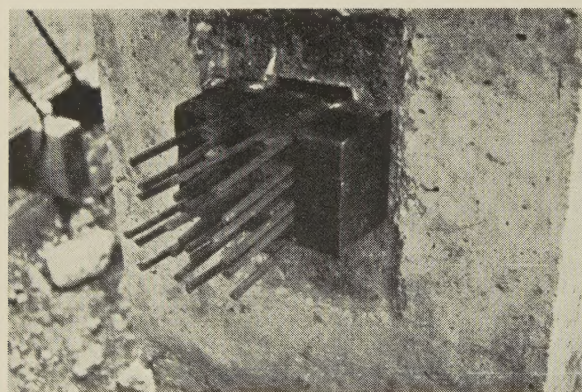


Fig 5. Sandwichplattor till Magnelkablar.

kan sedan lossas och användas för spänning av nästa kabel. Domkrafterna behöver således endast användas 15—30 min per kabel.

Magneldomkraften (fig 4) verkar på något liknande sätt, dock att blott två i taget av kabelns trådar spännes, varefter de fastkilas med »sandwich-plattorna» (fig 5). Förspänningsprocessen enligt Magnel är sålunda långsammare men fordrar enklare material.

Efter kablarnas fastlåsning, injekteras hela ursparingen med cementbruk, som skyddar kablarna mot rost och som även verksamt höjer konstruktionens bärförmåga, ty ökad kabelkraft på grund av last över-

föres ej enbart genom ändförankringarna till betongen utan också medelst vidhäftning i cementbruket.

De således förspända elementen är fullt färdiga, om betongen gjutits på vanligt sätt med form och ställning på dess permanenta plats. Om gjutning och förspänning verkställts på annan plats, kan elementen nu uttransporteras. Med förnuftig kabelinläggning kan man uppnå, att konstruktionen blir mycket okänslig för oregelbundna påverkningar under montaget; man har således exempel på en hel brobalk som stjälp, utan att någon skada kunnat konstateras.

Kabelbetongkonstruktioner kan även utföras av olika element — (se t. ex. fig 6) — som utplaceras medelst lätta montagekranar, varefter de längsgående kablarna genomföres i hela längden och förspännes i ändarna. Detta montagesätt påminner om rena järnkonstruktioner och lämpar sig speciellt, där ställningsbyggandet är dyrt eller omöjligt.

Jämförelse med strängbetong

Kabelbetong och strängbetong har var sin fält att arbeta på. Strängbetongen är otvivelaktigt ensamrådande för en mängd standardiserade mindre element och kan även vara fullt lämpad för stora konstruktioner. För de större konstruktionerna kommer emellertid en del moment fram, som gör att det finns ett visst område, där kabelbetong och strängbetong kan tävla.

För de stora spännvidderna är kabelbetongen nämligen otvivelaktigt mera lämpad. Med de hittills kända materialen — stål eller armerad betong — har man en viss gräns, som skiljer mellan de tekniska områdena, där stålkonstruktionen resp. armerade betongkonstruktionen är fördelaktigast. Kabelbetongen medför nu, att betongens område utökas på bekostnad av stålkonstruktionerna.

Det kan framhållas att kostnaderna för transport av färdiggjutna strängbetongelement från fabrik kan bli stora jämfört med kostnaden för transport av betongmaterialerna från närmaste upplag. Det kan kanske också finnas en och annan byggnadsentreprenör, som tycker, att det är roligare att själv gjuta och förspänna sin betong med de rationella arbetsmetoder han själv skapar, än att köpa färdiga element, där hela hans insats är att betala och sedan upplägga dem i byggnaden.

Som följd av framställningssättet är det klart, att trådarna i en strängbetongkonstruktion principiellt är raka i hela sin längd, under det att kablar mycket väl kan utföras, och nästan alltid utföres, med böjningar eller i kurvor, så att kablarna inlägges på de platser, där det finns den bästa användningen för dem. Man kan således låta kablarna uppbockas vid balkändarna varvid den betongen åverkande skjuvkraften minskas. Kabelbetong användes även med fördel vid kontinuerliga konstruktioner med kabel i balköversida vid stöd. På detta sätt kan man erhålla ett mera effektivt utnyttjande av materialet.

Det kan även framhållas, att spänningsförlusten i stålet på grund av betongens och stålets plastiska deformationer och krympning, för strängbetongens del även skall utökas med spänningsförlusten härrörande från betongens elastiska deformation, när trädändarna avspännes. Detta sista undvikes för kabelbetong.

Slutligen kan det påpekas, att de mekaniska förspänningsanordningarna för kabelbetong — domkrafterna — endast behöver vara i verksamhet under kort tid, vilket kan vara av viss betydelse.

Olika praktiska användningar

Efterföljande bilder illustrerar den mångfald möjligheter, som står konstruktören till buds, när han använder kabelbetong. Fotografierna är från utförda arbeten runt om i världen och torde ge en inblick i arbetssättet och visa, att det finns många kombinationsmöjligheter.

Broar

Fig 6 visar en bro i Rio de Janeiro. I de cirkulära pelarna finns kablar. Tvärbalken göts på land, förspändes i längdled och uttransporterades med lyftkran. Vid montaget drogs pelarnas kablar upp genom vertikala ursparingar i tvärbalkarna. Sedan dessa förspänts, bildar tvärbalk och pelare således styva rammar, ty hörnen kan nu upptaga moment. Längsgående förspända balkar med en spännvidd på 37 m upplades nu på ramarna. Det är knappast troligt, att någon konstruktör ville projektera en så lång balk av normal betong. Balken har I-profil med ganska tunt liv.

En bro över Marne vid Luzancy (fig 7) är konstruerad av Freyssinet och i huvudsak enligt samma princip som bron i fig 8. Den har en spännvidd av 55 m.

I fig 8 visas bron över Marne vid Esbly, konstruerad av Freyssinet. Huvudbäraren är faktiskt en båge, ty överbyggnadens 74 m stora spann utövar ett rätt stort horisontaltryck på grundplattorna. Bågens pilhöjd är endast 5 m. Även denna bro är gjuten i små element, som bitvis hopspänns till större balkar. Fogarna mellan de olika elementen syns på figuren. Balkarna monteras med lätta montagekranar. Ställ-



Fig 6. Pont de Galion, Rio de Janeiro, montage.

ning i floden undvikes således helt. Under tiden kranarna ännu håller den sist monterade delen i rätt läge, spänns genomgående kablar i bronns hela längd. Bron är mycket elegant med sin anmärkningsvärt tunna hjäsektion.

Fig 9 utvisar en bro över Meuse vid Sclayn. Denna bro är förspänd enligt Magnels metod, och den lådformade balken spänner kontinuerligt 2×63 m.

Det bör även framhållas, att man ibland, där ställningskostnaden ej är alltför dominerande, bygger förspända broar på så sätt, att normal ställning och form bygges, varefter hela betongmassan gjutes. Till sist förspänns bron *in situ*. Denna metod användes bl. a. vid fyra broar som för närvarande byggs i Sverige. En av dem är en kontinuerlig 4-spansns balkbro med spännvidderna $20 + 25 + 25 + 20$ m, en annan en 3-spansns kontinuerlig platta med spännvidderna $14,0 + 16,8 + 14,0$ m och en medeltjocklek av endast 52 cm. Broarna är projekterade av Chr. Ostenfeld & W. Jønsson, Köpenhamn, i tre fall i samarbete med Kjessler & Mannersträhle AB.

Fig 7. Bro över Marne vid Luzancy.





De i fig. 10, 11, 13, 14 och 15 visade byggnadsverken är projekterade av Chr. Ostenfeld & W. Jønsson, Rådgivende Civilingenjører, Köpenhamn.

Fig 8. Bro över Marne vid Esbly, montage av huvudbalk.

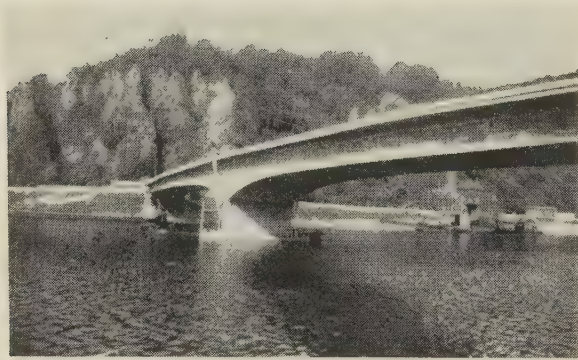


Fig 9. Bro över Meuse vid Sclayn.



Fig 10. Transportörbrygga i Fredericia.

Fig 11. Brygga för tankfartyg. Fredericia.

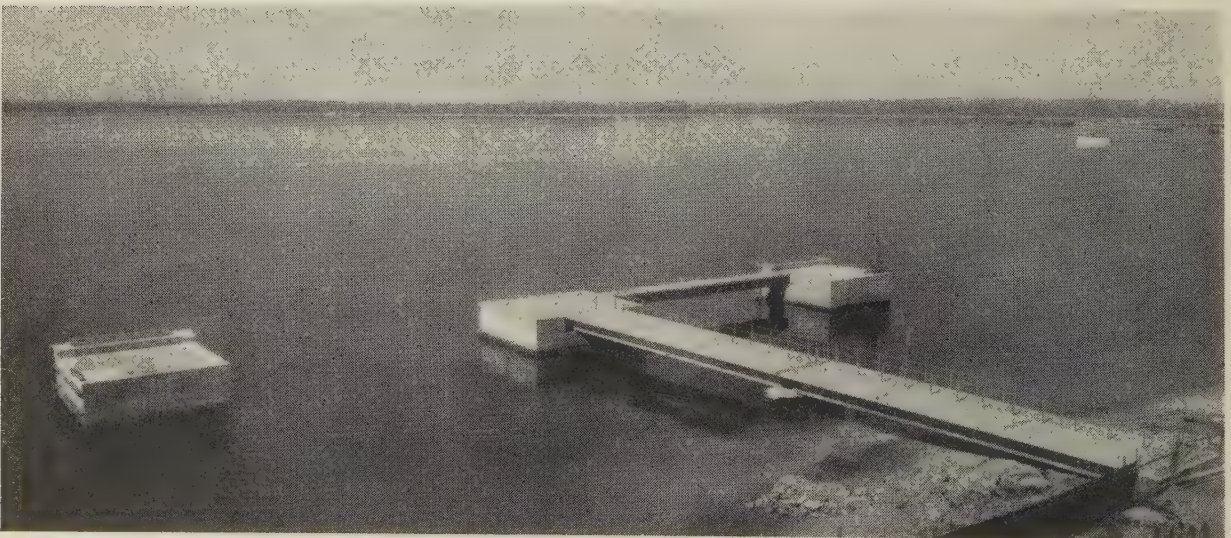


Fig 10 visar montaget av en 24 m lång transportbrygga i Fredericia i Danmark. Den T-formade balken kunde lätt upphissas utan något avbrott i gatu- och spårtrafiken.

Ifrån Fredericia är också fig 11. De visade 20 m-spannen är här gjutna och förspända på land, vilket innebär stora fördelar vid montaget på en öppen kust.

Bjälklags- och takkonstruktioner

Fig 12 är hämtad från en stor textilfabrik i Ghent i Belgien. Fabrikens bärande konstruktion är projekterad med användande av Magnel-principen. Såväl huvud- som sekundärbalkar är förspända. På grund av genomförd rationalisering var det möjligt att gjuta balkarna i stålformar, som kunde användas för de flesta balkarna. Spännvidderna är 22 m för huvudbalkar och 14 m för tvärbalkarna.

I kartongfabriken i Kaukopää i Finland (fig 13) är 100 st lika takstolar upplagda. De har en spännvidd av ca 16 m och ligger med ett avstånd av ca 2,3 m. Då takstolarna är belägna 15 m över mark, är det klart, att kostnaderna för gjutning på vanligt sätt med ställning och form skulle bli oproportionerligt stor. Även fyra längsgående balkar göts på mark och förspändes efter montaget i längder på 30–40 m, motsvarande avståndet mellan dilatationsfogarna.

I takkonstruktionen för stadion i Esbjerg (fig 14) användes förspänningsprincipen också konsekvent. Såväl åsar som takstolar är kabelförspända före montaget. Även i pelarna finns kablar, som föres vertikalt genom takstolen. Sedan dessa kablar förspänts bildar takstol och pelare en momentstyv förbindelse.

I Sverige projekteras för närvarande några 20 m långa takstolar av förspänd betong. Takstolarna utformas såsom fackverkskonstruktioner, där de dragna fackverksstängerna på grund av kablarna erhåller resulterande tryck.

Vätskebehållare

Vattentorn, oljecisterner och andra vätskebehållare av vanlig betong erhåller ofta rätt stora tjocklekar, när man genom dessa tjocklekar önskar att



Fig. 14. Tak över stadionläktare i Esbjerg.

Fig 12. Textilfabrik i Ghent.

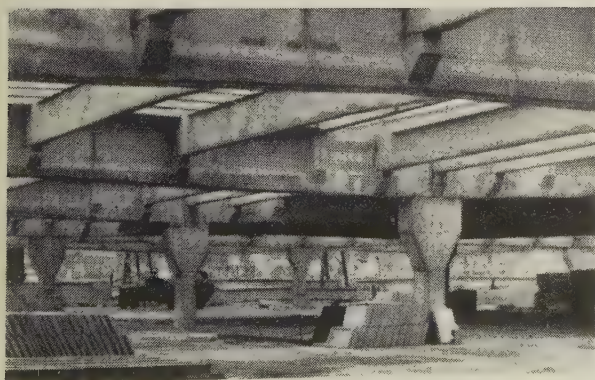


Fig 13. Kartongfabrik i Kaukopää.





Fig 15. Oljecistern i Næstved

minska de av vätskans tryck erhållna betongdragpåkänningarna. Det är mera rationellt att använda mindre tjocklekar och i stället inlägga förspända kablar i ringar och vertikalt i cylinderväggarna. På detta sätt elimineras sprickrisken, ty betongen erhåller endast tryckspänningar i båda leder. Genom de klenare tjocklekarna blir konstruktionen även mindre känslig för temperaturvariationer och stödförskjutningar.

Fig 15 visar oljecisterner i Næstved. Av denna typ har 7 st uppförts i Danmark. De horisontella kabelringarna skarvas av två kablar, vars korsande ändar förankras i ändarna av utvändiga pilastrar.

I Orléans har tre karakteristiska vattentorn om 7 000 m³ vardera utförts enligt Freyssinets projekt. I Sverige gjutes för närvarande ett förspänt cirkulärt vattentorn om 6 000 m³ och andra projekteras.

I Köpenhamn utföres för närvarande 5 cirkulära silor med diameter 13 m och höjd 25 m. De förspännes med horisontella Freyssinet-kabelringar.

Grundförstärkningar

Förspänningsprincipen kan med fördel användas vid grundförstärkning eller lyftning av existerande byggnader. Vid Tournai i Frankrike och Staffordshire i England har gamla torn lyfts på detta sätt. I den befintliga tegelmuren bilades rännor, som igen göts med betong, som sedan förspändes medelst kablar. På detta sätt erhöles en styv ringbalk i intim förbindelse med teglet. Genom insättande av domkrafter under ringen möjliggjordes lyftning och underpallning utan sprickbildning i tegelkonstruktionen.

Alternativt kan man även tänka sig att undermura en grundmur med färdiggjutna små betongelement, som inlägges successivt, medan angränsande delar av grundmuren överför trycket till mark. Sedan alla elementen inlagts, föres kablar medelst en »pilottråd» genom elementens ursparingar.

Vid tunnelbanan i Stockholm skall några grundläggningspålar under ett hus kapas och lämna plats för tunneln. Runt pålarna gjuts en kabelbetongplatta, som vilar på tunnelväggarna. Vid förspänningen lyfter plattan sig och trycker hårt upp mot pålarna, så att den under plattan liggande delen av pålarna blir spänningslös. När pålarna sedan kapas, uppkommer det

således inga sättningar i byggnaden. Hade denna konstruktion utförts i vanlig betong, skulle betongplattan ha varit spänningslös i början och först erhållit en momentant uppträdande belastning, när pålarna kapas. Plattan skulle kunna bära pålarnas last, först när den hade deformerats något, med åtföljande risk för sprickbildande sättningar i byggnaden.

Förspänningsprincipen kan även användas för många andra konstruktionselement. Således kan nämnas, att fransmännen spänner kasuner för vattenbyggnader. På olika sätt använder man nu också förspänning för flygfältens startbanor och uppställningsplattformar framför hangarer. Också för kajbyggnader bör kabelbetongen ha stora framtidsmöjligheter.

I det föregående har vidrörts kabelbetongens konstruktiva och praktiska möjligheter. Det överlämnas till framtiden och de svenska byggnadsentreprenörerna att visa, att de ekonomiska möjligheterna för kabelbetong här i landet kan bli lika gynnsamma, som de redan visat sig vara i andra länder.

Man skall icke förvänta att finna kabelbetong i vilken husbyggnad som helst — ty ekonomin är beroende på antingen relativt stora spännvidder eller på rationalisering i framställandet av många lika och stora element. Det har redan framhållits, att åtgången av stål, betong och ställningsmaterial minskas, under det att bättre kvalitéer erfordras. Prisskillnaden mellan hårt kabelstål och normalt armeringsstål kommer väl dock att minskas med tiden — speciellt om flera inhemska järnbruk går in för framställning av kabelstål.

Nationalekonomiskt är det ju också av intresse att minska stålåtgången.

Man bör heller icke glömma, att för att kabelbetongen skall kunna utföras ordentligt, det också är nödvändigt, att den projekteras ordentligt. Ingående kännedom om de använda materialen är nödvändig, och ett omsorgsfullare arbete än vad som nu ofta är fallet beträffande vanliga byggnadselement bör nedläggas på att få en väl genomtänkt konstruktion.

Litteraturanvisningar.

Nedan nämnda böcker och tidskriftsartiklar angiva endast ett fåtal lättillgängliga exemplar ur den redan rikhaltiga litteraturen om kabelbetong och förspänd betong i allmänhet.

Danska

- 1) »Bygningsingeniøren». Köpenhamn okt 1948, sid 177—206. Praktiska exempel på användningar.
- 2) »Bygningsstatistiske Meddelelser». Köpenhamn 1949, heft 5, sid 109—128. Försök, principiellt om teori.
- 3) »Beton-Teknik». Köpenhamn 1950, heft 1, sid 1—31. Projekt och färdigbyggda exempel i Skandinavien.
- 4) »Beton» 1 band, Dansk Ingeniørforenings arbejdsgruppe for beton og jernbeton, Köpenhamn 1950, sid 193—219. Saml. översikt öv. material och beräkning.

Övriga språk

- 5) »Une révolution dans les techniques du béton», E. Freyssinet, Paris 1936. Freyssinets ursprungliga framförande av sina idéer.
- 6) »Travaux» Paris 1949 jan och febr. »Diversité des applications du béton précontraint». Observations sur le béton précontraint.
- 7) »Principles and practice of prestressed concrete». P. W. Abeles, London 1949.
- 8) »Building Digest», London, jan 1949, sid 3—19. Arbetsbeskrivning, teori.

STRÄNGBETONG¹

Svenska erfarenheter och utblickar på den internationella utvecklingen

Av överingenjör Ulf Bjuggren

Det är nu drygt 11 år sedan de första experimenten med strängbetong utfördes i Sverige vid AB Betong-industris försöksbädd och 8 år sedan tillverkning i kommersiell skala påbörjades vid strängbetongfabriken på Liljeholmen, och det kunde vara motiverat att lämna några uppgifter om de nuvarande erfarenheterna i Sverige av detta material.

Huvudprincipen för strängbetong illustreras nedan. Mellan två fasta fundament spänns de tunna, kalldragna stålsträngarna som utgöra huvudarmeringen. Medan de hållas sträckta, gjutes betongen omkring dem och får hårdna några dagar till erforderlig hållfasthet. Därefter lossas strängarna från fundamenten, varvid dessa vilja draga ihop sig. De äro emellertid genom vidhäftning fast förbundna med den omgivande betongen, som härvid kommer att pressas samman, tills man når ett jämviktsläge, då dragkraften i armeringen är lika stor som tryckkraften i betongen. Innan yttre belastning är påförd har man alltså givit betongen initiala tryckspänningar. Man anordnar armeringen så, att dessa initialspänningar bli störst i de delar som av yttre belastningar eljest skulle fått dragspänningar och ev. sprickor i betongen. Man har istället fått en betong som är sprickfri under normala belastningar.

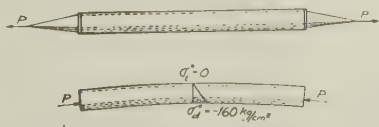
En variant av förspänd betong, som hittills framför allt användes på kontinenten, tillverkas principiellt på så sätt, att man först gjuter betongen och förser denna med tubformade ursparingar i elementets längdriktning och i vilka armeringen vid gjutningen kan ligga isolerad från betongen, eller genom vilka den senare kan trädas. När betongen fått erforderlig hållfasthet förankras armeringen i ena änden med kil- eller skruvfästning eller annan anordning. Man sträcker armeringen därefter i den andra änden genom att taga mothåll mot betongen, som därvid blir förspänd, och fäster armeringen på liknande sätt som i den andra änden. Numera är det vanligast att man sedan fyller de tubformade ursparingarna genom injektering med cementbruk, dels för att få rostskydd för den förspända armeringen, dels för att få en större eller

mindre grad av vidhäftning mellan armeringen och betongen, vilket även förbättrar armeringens förankring.

Det skulle bli alltför omfattande att närmare gå in på de båda systemens relativa för- och nackdelar, utan man kan i korthet säga, att fackmännen synas i huvudsak eniga om att strängbetongsystemet passar bättre för fabriksstillverkning av förspända betongelement, medan det andra systemet lämpar sig bättre vid tillverkning av stora enheter på byggnadsplatsen. Man skulle kunna göra en god jämförelse med järnbalkar, varvid strängbetongprodukter motsvara helvalsade järnbalkar, medan förspända balkar enligt det andra systemet motsvara på platsen nitade eller svetsade balkar. Uppskattningsvis kan man säga att den ekonomiska gränsen för balkar enligt de båda systemen ligger vid en spännvidd mellan 20 och 30 meter.

Utvecklingen av strängbetongens användning i Sverige under de sista tio åren kan generellt karakteriseras sålunda, att medan den i första början användes endast av för tekniska nyheter intresserade pionjärer och av övriga byggare på grund av brist på andra materialier, är strängbetongen numera ett självklart alternativ till andra konstruktionsmaterial, varvid i huvudsak de ekonomiska synpunkterna fälla avgörandet.

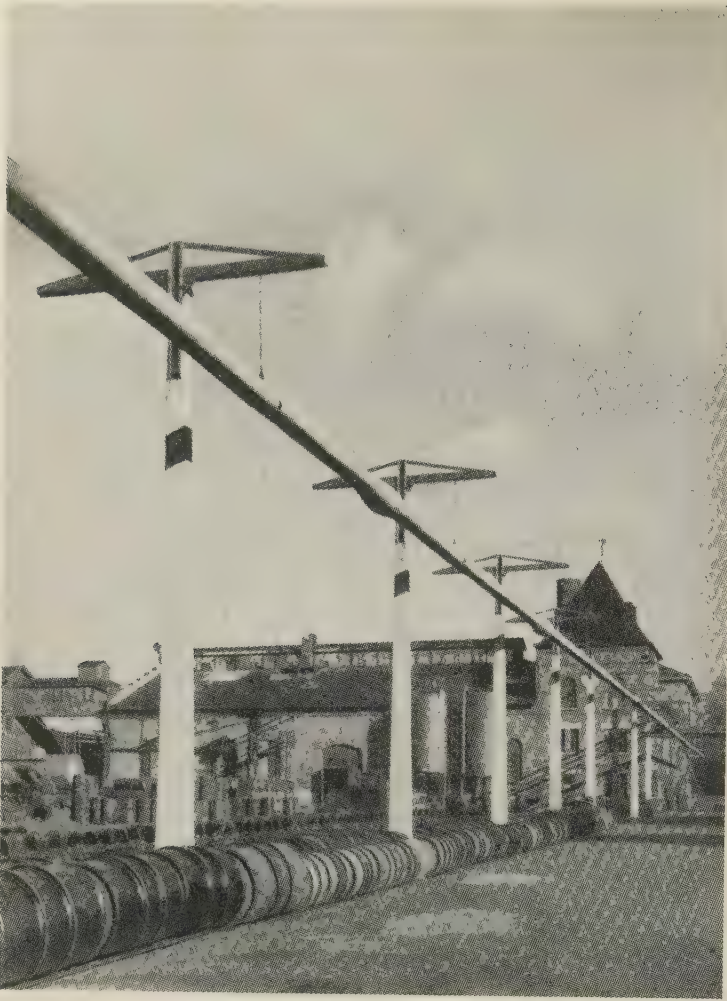
Under de förflutna åren har en ständig utveckling pågått beträffande material- och tillverkningsförhållanden, en utveckling som ännu är långt ifrån avslutad. I början använde vi mycket höga cementmängder i betongen för att få erforderlig korttidshållfasthet hos densamma: 600 kg standardcement per m³ betong eller mer. Genom att successivt förbättra korngraderingen hos framför allt sanden och genom skolning och träning av blandarepersonalen, har det lyckats oss att minska den erforderliga cementmängden till 500 kg cement per m³, utan att minska hållfastheten. En direkt vinst har i stället erhållits därigenom, att man på detta sätt minskat krympningen och krypningen hos betongen samt erhållit en mycket stabil betongmassa, som utan nämnvärd separering tål 10 à 15 minuters formvibrering. Tiden mellan gjutning och avspänning har även kunnat minskas från 5 à 7 dygn till 3 à 5 dygn och vi ha även gjort



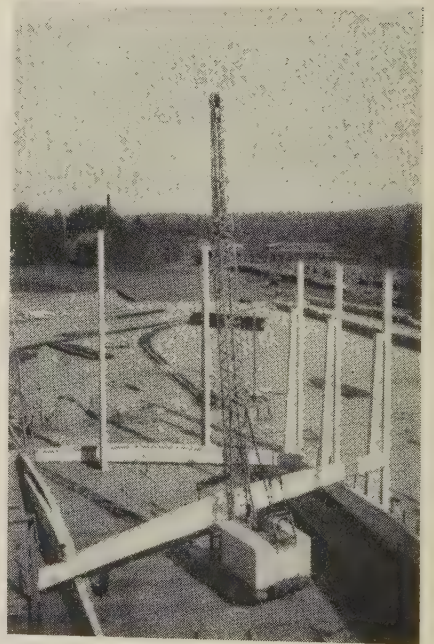
Principskiss över förspänning i strängbetongbalk.

¹ Bearbetning av föredrag hållet på Stockholms Byggnadsförening den 10 jan. 1951.

Strängbetongstolpar för rörledning, Stockholm.



*Strängbetongstolpar på »Brottets
Bana», Limhamn. T. h. Monte-
ring av strängbetongbalkar, Elek-
trostälverket i Hällefors.*



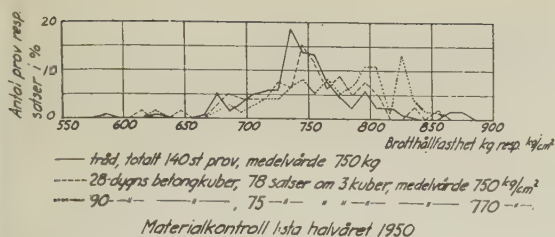


Diagram 1. Materialkontroll på tråd och betong.

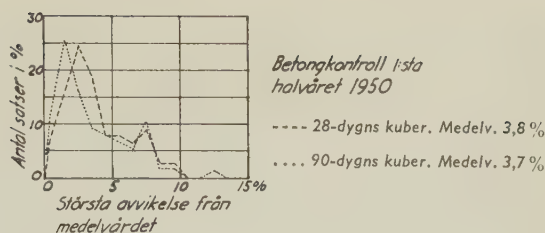


Diagram 2. Hållfasthetsspridning inom varje sats om 3 betongkuber.

lyckade försök med avspänning endast 2 dygn efter gjutningen. Härvid är att observera, att man vid avspänningen får största initialspänningar i betongen av storleksordningen 230 kg/cm^2 . Diagr. 1 visar resultaten av de rutinmässiga kubproven på betong under första halvåret 1950 med 500 kg cement per m^3 . I figuren äro även inlagda kontrollproven på draghållfastheten hos stålsträngarna. Av kurvorna framgår det märkliga faktum, att hållfasthetsspridningarna hos betongen och armeringen äro praktiskt taget identiska. Detta bör särskilt observeras därför att i praktiskt taget alla diskussioner beträffande säkerhetsmarginaler för armerad betong utgår man ifrån det antagandet att hållfasthetsspridningen hos armeringen är avgjort mycket mindre än hos betongen, vilket alltså inte är förhållandet i detta fall.

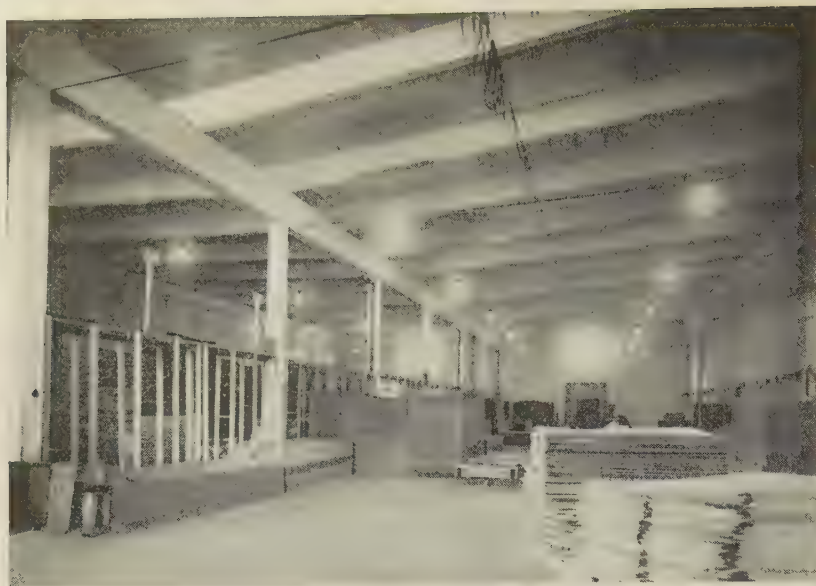
Provningsförfarandet vid provtryckning av betongkuber ha vi lyckats förbättra så, att vi ha en förhållandevis liten spridning på grund av provningsanordningarna. Provkuberna tillverkas i satser om 3 stycken; diagram 2 visar hur avvikelsen mellan medelvärdet och det därifrån mest avlägsna värdet i varje sådan sats varierar.

Beträffande tillverkningsförfarandet pågår givetvis kontinuerligt förbättringar och en strävan att mer och mer effektivt använda arbetskraften. De första åren användes vid betongens bearbetning endast formvibratorer. En samtidig användning av stavvibratorer och formvibratorer ger emellertid ökad säkerhet för att formarna bli fullt utfyllda och bidrar dessutom, genom att man därigenom inför en extra svängningsrörelse med ungefär dubbelt så stor frekvens som formvibratorernas, till en effektivare total bearbetning av betongmassan. En mindre avdelning av fabriken arbetar även med varmvattenhärdning av betongen, vilket möjliggör en arbetscykel av 1 dygn. Varmvattenhärdningen kräver emellertid strängare tillverkningskontroll, och en viss förlust i långtidshållfastheten hos betongen är med användning av tillgängliga cementsorter oundviklig. Fördelen med denna arbetsmetod är förutom tidsbesparing en avsevärt minskad krympning hos betongen.

Vid dimensionering av strängbetongelement använda vi oss normalt ej av tillåtna påkänningar, utan utgå från vissa beräknade säkerheter mot brott och mot uppkomst av sprickor i betongen. Innan vi hade erforderligt material från försök, var den sålunda beräknade brottsäkerheten 3. Numera, när våra beräkningsmetoders tillförlitlighet blivit bestyrkt av ett mycket stort antal försök, är denna säkerhet sänkt till 2,5. Säkerheten mot sprickbildning är normalt större än 1,2. Denna beräkningsmetod, att icke använda tillåtna spänningar utan i stället utgå från

brott- och spricksäkerheterna, synas vi i Sverige vara helt ensamma om. Detta beror troligen till stor del på att man utomlands saknar det erforderliga försöksmaterialet för att kunna härleda en brottberäkningsmetod med önskvärd tillförlitlighetsgrad. Ännu har frågan om allmänna normer för beräkning av förspända betongkonstruktioner inte på allvar tagits upp i Sverige, vilket torde ha varit gynnsamt för utvecklingen, då de lätt skulle kunna ha haft en starkt hämmande inverkan på denna nya teknik. I England äro sådana normer under diskussion och i Tyskland har ett förslag framlagts offentligt. Detta förslag visar emellertid vådorna av för tidigt framlagda normer. I Tyskland, liksom på kontinenten i allmänhet, tillverkar man mestadels förspänd betong på arbetsplatsen, och normförslaget är i huvudsak baserat på erfarenheter därifrån. Det visar sig nu, att om detta normförslag skulle i oförändrat skick tillämpas på vår egen produktion, skulle vi beräkningsmässigt endast kunna utnyttja 28 % av den bärförmåga, som vi för närvarande i själva verket utnyttja! Även om man inte vill gå så långt som professor G. Magnel i Liège, en av den förspända betongens föregångsmän, vilken vid ett möte i London förklarade, att normer för förspänd betong enbart vore av ondo och att man i stället skulle helt falla tillbaka på tillverkarens yrkesansvar, så bör man dock ha ögonen öppna för risken av utvecklingshämmande moment i eventuella normer.

När vår fabrikation startade på allvar sommaren 1942, visste vi ingenting om vad för slags produkt, som skulle bli den för oss mest lättsålda. Fabriken var därför också så utformad, att vi skulle kunna tillverka alla slags produkter, från små bjälklagsbalkar och tunna plattor till stora takbalkar. Vi lade upp ett tillverkningsprogram omfattande en serie standardprofiler, analogt med vad som fanns för järnbalkar, med angivande i tabeller av balkarnas vikter, dimensioner och bärförmåga. Denna uppläggning har visat sig vara synnerligen lycklig. I andra länder däremot har man i allmänhet uppfostrat fabriker, som kunnat tillverka endast ett fåtal specialprofiler, varigenom de ha blivit starkt beroende av att få stora leveranser och av marknadsfluktuationerna på just dessa produkter. Vårt tillverkningsprogram möjliggör däremot större möjlighet att samla ihop ett antal mindre order på olika profiler till ekonomiska gjutningar och att överhuvud taget anpassa produktionen till efterfrågan. De första åren efter fabriken färdigställande utgjorde således ledningsstolpar för järnvägar en avsevärd del av produktionen, men när elektrifieringsarbetena minskades, innebar det inga som helst svårigheter att omställa fabrikationen på andra produk-



Wallboardmagasinet, Katrinefors.



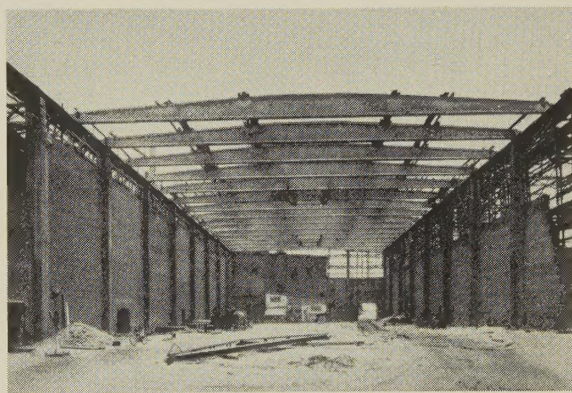
Bilreparationsverkstad i Uppsala. Takbalkar med 125 cm nockhöjd, längd 21,3 m.



Träddragerbyggnad. Hällefors Bruks AB. Takbalkar IB 30/90.



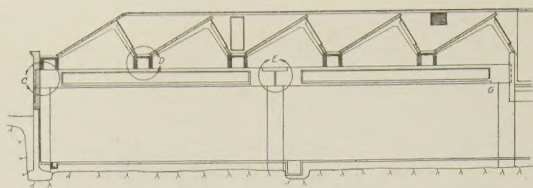
Fabriksbyggnad för Elektro-Skandia AB, Arboga. Primärbalkar IB 30/90, längd 10 m. Takbalkar med omvänd U-profil, längd 15 m. Jämför Lüljeholmens kabelfabrik, sid. 82.



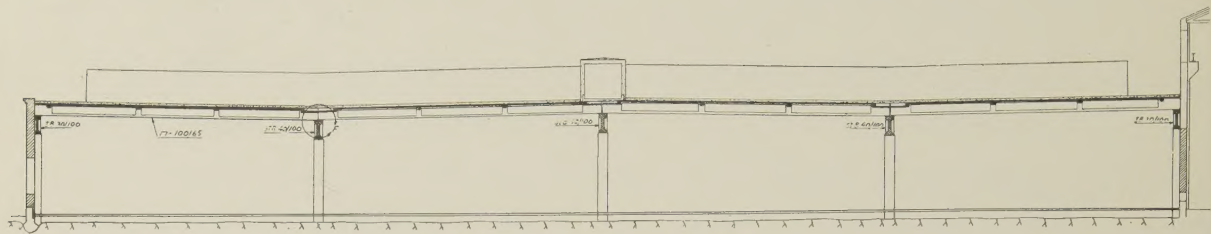
Takbalkar för Rundviksverken. Nockhöjd 1,50 m, längd 31,2 m.



Takbalkar för AB Götaverken. Nockhöjd 1,25 m, längd 25 m.

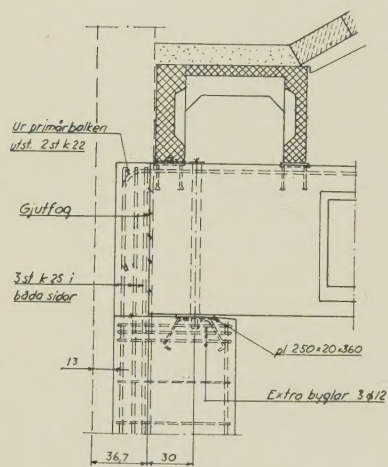


Tvärsektion.

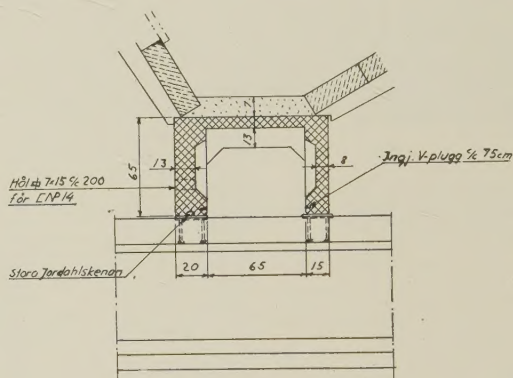


Längdsektion.

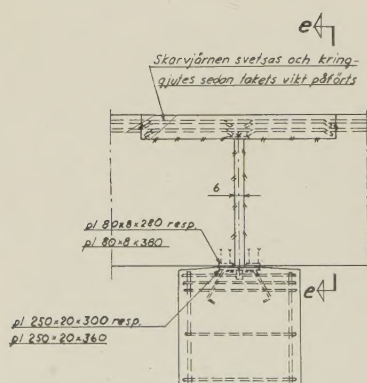
Liljeholmens Kabelfabrik, kondensorhall. Sektioner i skala 1:400, detaljer i skala 1:50. Samma konstruktionssystem har använts i fabriksbyggnaden för Elektro-Skandia AB i Arboga. Jämför föregående sida.



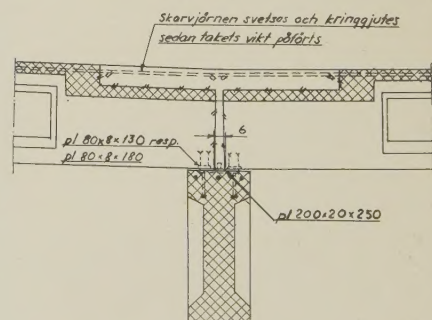
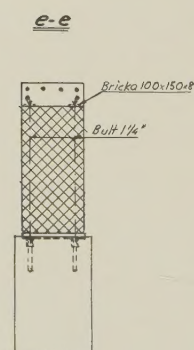
Detalj C.



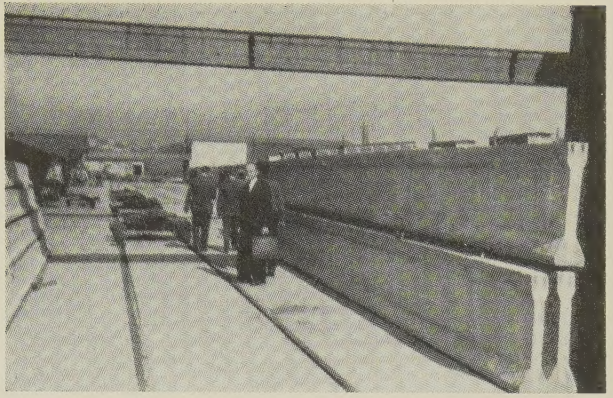
Detalj D.



Detalj E.



Detalj F.



ter. Under senare år ha medelstora och stora takbalkar och hela stommar för industribyggnader jämte pålar utgjort huvudparten av vår produktion.

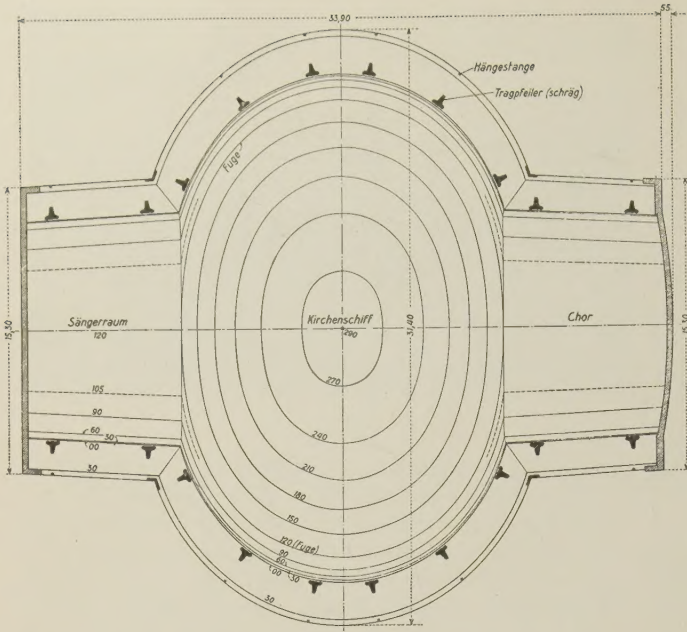
Användningen av fabriksgjorda strängbetongbalkar har inneburit en radikal förändring av en arbetsplats utseende, kanske mest påtagligt när det gäller takbalkar eller hel stomme för industribyggnader. Vare sig takplattan utgöres av armerade lättbetongplattor eller på platsen gjuten betongplatta, för vilken formen hänges i balkarna, slipper man den hindrande skog av ställningar, som eljest vore nödvändig. Man kan därför samtidigt med att taket monteras utföra en rad arbeten på golvplanet. Tidsbesparing och större oberoende av klimatet äro ävenledes påtagliga fördelar. Men den för närvarande och för framtiden kanske viktigaste besparingen gäller arbetarebehovet. En typisk illustration härtill ha vi från den tiden, när 3-mannaregeln gällde. Med 3 man och en kran kunde ett industriföretag på kort tid montera stommen och taket till en större lagerbyggnad, utan att arbetstillstånd krävdes. För att fullt utnyttja fördelarna av användande av färdiggjorda element fordras det att vederbörande arbetschef har en klart uppgjord monteringsplan. Vid större byggen lönar det sig väl att ha förstklassiga, bekväma lyftanordningar, som möjliggöra en hög monteringskapacitet, varvid man för takbalkar utan svårighet bör kunna komma upp i 12 à 15 balkar per dag, motsvarande i runt tal 900 m² takyta.

Utvecklingen av vår tillverkning av takbalkar har gått mot allt större spännvidder och vi synas ha nått det maximum, som f. n. är tänkbart med fabrikstillverkade balkar, 31 m spännvidd och en vikt av 15 ton. Intill för en kort tid sedan ha vi endast utfört enkla balkar, men nu ha vi även tillverkning av balkar med upp- och nedvänd U-profil eller H-profil, speciellt avsedda för sågtakskonstruktioner.

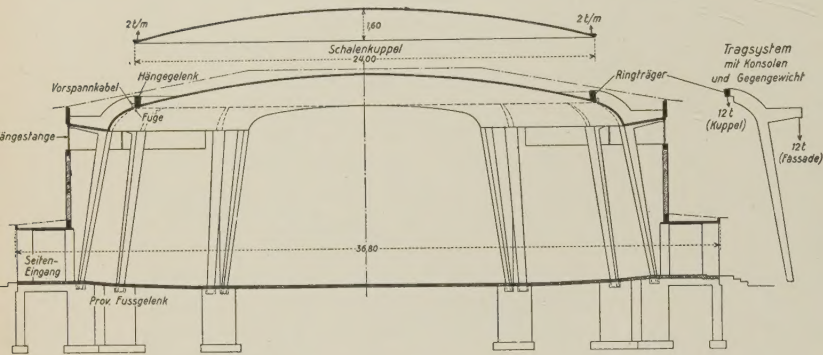
Medan utvecklingen i Sverige, vad gäller förspänd betong, hittills huvudsakligen gällt användningen av fabriksgjorda element, har utvecklingen varit ganska annorlunda utomlands. I England och Sydafrika finnas dock fabriker utförda enligt vårt system och i Polen skola 3 sådana byggas. Frånsett några specialfabriker för syllar och bjälklagsbalkar, synes man i utlandet mest arbeta med förspänning på arbetsplatsen, företrädesvis för konstruktioner med mycket stora dimensioner. Freyssinets arbeten i Frankrike och Magnels i Belgien äro väl kända och visa många exempel på imponerande och vackra konstruktioner. Mindre kända äro kanske ännu tyskarnas arbeten. De kunde uppvisa vackra resultat redan före krigsutbrottet. Och för närvarande arbeta ett flertal av de större entreprenörfirmorna med olika system för förspänning på arbetsplatsen. Till slut bör även nämnas, att Hoyer, strängbetongens uppfinnare, under kriget byggde en jättefabrik utanför Paris, där man framför allt tillverkade slipers och takbalkar av standardiserat tvärsnitt samt även hade börjat tillverkning av prämar av förspänd betong. Fabriken var emellertid utförd under krigsförhållanden och ej med tanke på en civil, ekonomisk fabrikation och har f. n. enligt franska uppgifter en mycket liten produktion.

Det är svårt att få ett rätt begrepp om utvecklingsmöjligheterna för de olika systemen i utlandet, beroende bl. a. på de stridigheter som förekomma mellan de olika systeminnehavarna, och på de därav följande motstridiga uppgifter som erhållas. Likaledes saknas där i regel konkurrens från fabriker av vår strängbetongfabriks karaktär, varför jämförelser därmed ej gå att erhålla. Min personliga övertygelse är dock, att den ekonomiska skiljegränsen mellan strängbetong och på platsen gjuten förspänd betong ligger vid spännvidder om 20 à 30 m och elementvikter om 12 à 16 ton.

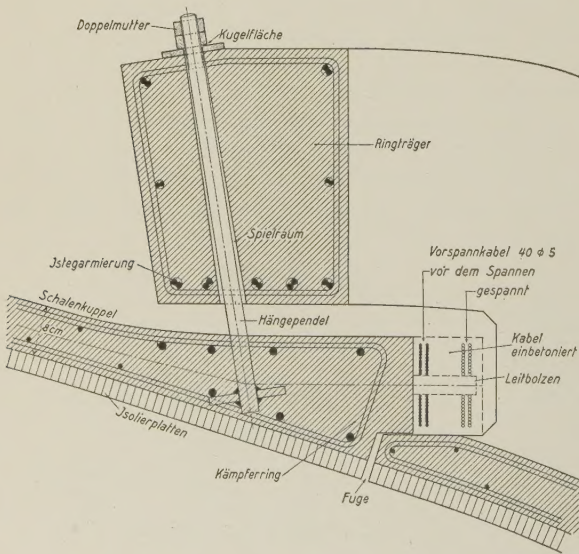
SKALTAK AV FÖRSPÄND BETONG



Horizontalsnitt i höjd med fönstren. Kupolen med höjdkurvor; ekvidistans 30 cm. Skala 1:400.



Tvärsnitt genom sidoingångarna. Skala 1:400.



Detalj av skaltakets anslutning till pelarna.

En ovanlig typ av tak, som har resulterat i 50 % besparing av betong och formarbete och en ännu större besparing av stål, har använts för en ny kyrka i Zürich (Felix och Regula-kyrkan).

Huvudskeppet är övertäckt av ett skaltak, vars begränsningslinje utgöres av en cassinisk lemniskata, vilken skiljer sig från en ellips så till vida att produkten, inte summan, av avstånderna från fokus är konstant. Skalet uppbäres av ett antal inåtlutande pelare, vilka upptar sidotrycket från kupolen. Upptill har dessa pelare två olika konsoler, en som sträcker sig in till övergången mot skalet och bär upp detta och en som går ut mot ytterväggen, vilken är förankrad i konsolen medelst hängstag. Den yttre konsolen tjänstgör som motvikt, men har i övrigt icke någon bärande funktion.

Skalkupolens maximidiameter är 24 m, medan pilhöjden inte är mer än 1,6 m. Skalets tjocklek är endast 8 cm. Betongsargen är förstärkt att tåla trycket av en förspänd kabel bestående av 40 trådar med 5 mm diameter. Förspänningskraften åstadkoms med hydrauliska domkrafter, vilka drog trådarna utåt medan kilar insattes mellan dessa och betongsargen. På så sätt blev sargen, och sålunda även skalet, satt under konstant tryck, vilket eliminerar risken för sprickor och får skalet att verka som en membran.

Skalet är upphängt på pelarnas inåtgående armar med tillhjälp av stag, som är placerade parallellt med pelarna och som kan röra sig fritt i den koniska öppningen i ringbalken (se fig.).

Betongen innehåller ca 300 kg cement per m³. Kubbållfastheten efter 28 dygn var ca 380 kg/cm². Kabeltrådarnas draghållfasthet, som är ca 16 000 kg/cm², har utnyttjats till ungefär 72 %.

Beräkningarna kontrollerades på en modell i skala 1 : 10 vid professor E. Torrojas försökslaboratorium vid Madrids Tekniska Högskola. Till modellen, som var en exakt kopia av kupolen, använde man sig av pianosträngar och ett omsorgsfullt tillverkat skal med 8 mm tjocklek. En sinnrik metod användes för att åstadkomma en variabel takbelastning. Slangar fyllda med blytyngder upphängdes från modellskalet, som var uppställt över en vattentank. Genom att variera vattenståndet i tanken gavs skalet en önskad belastning.

Kyrkans arkitekt har varit F. Metzger och konstruktör diplomingenjör S. Schubiger i samarbete med den välkände spanske betongkonstruktören professor E. Torroja.

Ur Schweizerische Bauzeitung, 29.4.1950